

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-045061

(43)Date of publication of application : 15.02.2000

(51)Int.Cl.

C23C 8/36

C23C 16/50

(21)Application number : 10-210838

(71)Applicant : PASCAL KK

(22)Date of filing : 27.07.1998

(72)Inventor : HOSOKAWA TOMIAKI

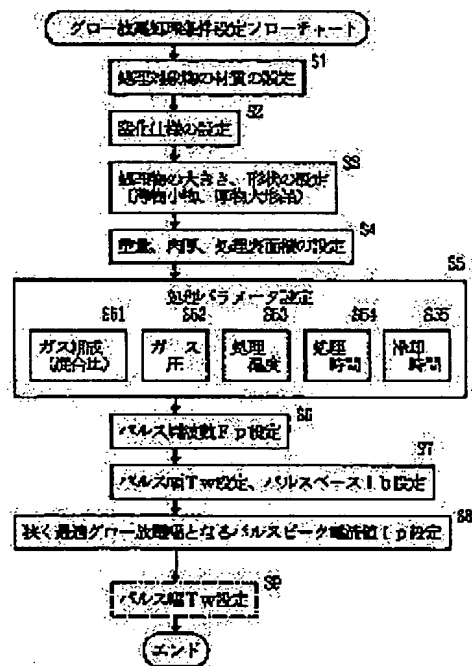
OSHIMA MICHU

(54) NARROW GLOW DISCHARGE CONTROLLING METHOD IN PULSE MODE FOR GLOW DISCHARGE TREATMENT, TREATING TEMPERATURE CONTROLLING METHOD, AND THE NARROW GLOW DISCHARGE TREATING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device capable of obtaining optimum narrow glow discharge by using a high gas pressure in a pulse mode, attaining the automation of the temp. control of treating temp. and the automation of the prevention and control of its transfer into arc discharge caused by the fluctuation of the gas pressure and clarifying the setting procedure of discharge treating parameters such as pulse peak current value, pulse width, pulse frequency or the like and the correlation thereamong.

SOLUTION: As for the setting of the material of an object to be treated (S1), the setting of nitriding specifications (S2), the setting of the dimensions and shape of the object to be treated (S3), the setting of the weight, thickness and treating surface area therein (S4) and the setting of treating parameters (S5), they are set similarly to the conventional cases, thereafter, the pulse frequency  $F_p$  is set based on the previously set pulse frequency characteristics (S6), and, the pulse width  $TW$  is set based on the previously set pulse frequency/pulse width characteristics (S7). Then, finally, based on the previously set gas pressure/peak current characteristics, the pulse peak current value  $I_p$  is set.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-45061  
(P2000-45061A)

(43) 公開日 平成12年2月15日 (2000. 2. 15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
C 2 3 C 8/36		C 2 3 C 8/36	4 K 0 2 8
16/50		16/50	4 K 0 3 0

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-210838

(22) 出願日 平成10年7月27日 (1998. 7. 27)

(71) 出願人 596037194

パスカル株式会社

兵庫県伊丹市鴻池字街道下9番1

(72) 発明者 細川 富秋

伊丹市鴻池字街道下9番1 パスカル株式会社内

(72) 発明者 大島 路

伊丹市鴻池字街道下9番1 パスカル株式会社内

(74) 代理人 100089004

弁理士 岡村 俊雄

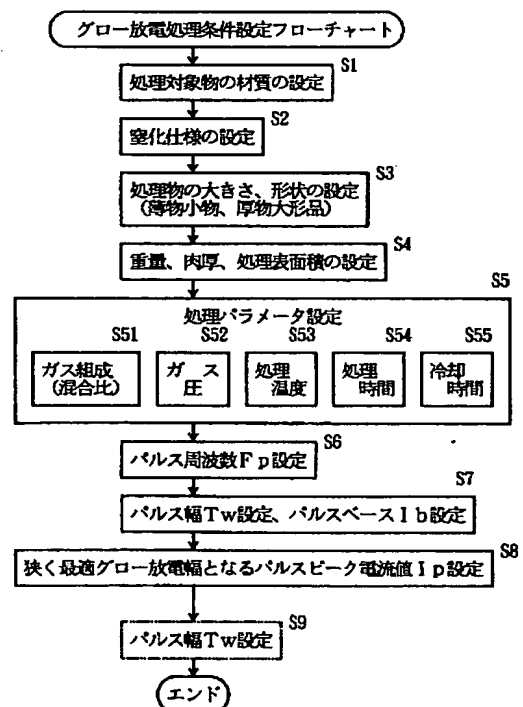
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 グロー放電処理に供するパルスモードでの狭グロー放電制御方法及び処理温度制御方法及びその狭グロー放電処理装置

(57) 【要約】

【課題】 パルスモードでの高いガス圧を用いて最適な狭グロー放電を得ること、処理温度の温度制御の自動化、ガス圧変動によるアーク放電への移行防止制御の自動化を図ること、パルスピーク電流値やパルス幅やパルス周波数などの放電処理パラメータの設定手順や相関関係を明確化すること。

【解決手段】 処理対象物の材質の設定 (S1)、窒化仕様の設定 (S2)、処理物の大きさや形状の設定 (S3)、重量、肉厚、処理表面積の設定 (S4)、処理パラメータ設定 (S5) については従来と同様に設定された後、予め設定されたパルス周波数特性に基づいてパルス周波数Fpを設定し (S6)、予め設定されたパルス周波数／パルス幅特性に基づいてパルス幅Twを設定する (S7)。そして、最終的に、予め設定されたガス圧／ピーク電流値特性に基づいてパルスピーク電流値Ipを設定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 グロー放電処理に供するパルスモードでの狭グロー放電制御方法において、

パルスモードのパルスピーク電流値、パルス幅値、パルス周波数値のうち、パルスピーク電流値を、予め処理装置炉内のガス圧の大きさに対応させて設定した回路又はテーブル化した ROM などを用いたメモリ回路により設定し、該パルスピーク電流値を異常グロー放電領域で使用するとともに、該パルスピーク電流値の大きさをグロー放電処理中の前記ガス圧の変動に基づいて補正して変えるようにフィードバック制御するようにしたことを特徴とするグロー放電処理に供するパルスモードでの狭グロー放電制御方法。

【請求項 2】 前記パルスモードでのパルス幅値を、予めパルスモードでのパルス周波数値により設定した回路又はテーブル化した ROM などを用いたメモリ回路により設定し、前記パルスピーク電流値又は前記パルス幅値を、狭グロー放電幅となるようにマニュアルで変更できる回路を設け、該マニュアル回路で変えるように、またはパターン認識の画像処理装置の出力結果で変えるようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載のグロー放電処理に供するパルスモードでの狭グロー放電制御方法。

【請求項 3】 グロー放電処理に供するパルスモードでの処理温度制御方法において、パルスモード波形にパルスピーク値より低い連続して流れるパルスベース電流値を設け、パルスピーク電流値、パルス幅値、パルス周波数値が設定された後、グロー放電処理中の処理対象物の処理温度が設定された温度となるように、処理温度を検出する温度検出器からの出力に基づいてフィードバック制御により前記ベース電流値を変更するようにしたことを特徴とするグロー放電処理に供するパルスモードでの処理温度制御方法。

【請求項 4】 前記処理対象物の処理温度を、グロー放電処理装置に設けた主回路のインバータ回路を駆動する点弧パルスのパルス幅を変え、設定値となるようにフィードバック制御するとともに、該点弧信号でのデッドタイム期間を除く制御量が無くなった場合、次にパルスモードでのベース電流値又はパルス幅値で設定値となるようにフィードバック制御するようにしたことを特徴とする請求項 3 に記載のグロー放電処理に供するパルスモードでの処理温度制御方法。

【請求項 5】 パルスモードでのパルスを用いて狭グロー放電処理を施す狭グロー放電処理装置において、パルスモードのパルスピーク電流値、パルス幅値、パルス周波数値のうち、パルスピーク電流値を、予め処理装置炉内のガス圧の大きさに対応させて設定された回路又はテーブル化した ROM などを用いたメモリ回路により設定し、該パルスピーク電流値を異常グロー放電領域で使用するとともに、該パルスピーク電流値の大きさをグロー放電処理中の前記ガス圧の変動に基づいて補正して

変えるようにフィードバック制御するようにしたことを特徴とする狭グロー放電処理装置。

【請求項 6】 前記パルスモードでのパルス幅値を、予めパルスモードでのパルス周波数値により設定した回路又はテーブル化した ROM などを用いたメモリ回路により設定し、前記パルスピーク電流値又は前記パルス幅値を、狭グロー放電幅となるようにマニュアルで変更できる回路を設け、該マニュアル回路で変えるように、またはパターン認識の画像処理装置の出力結果で変えるようにしたことを特徴とする請求項 5 に記載の狭グロー放電処理装置。

【請求項 7】 パルスモードでのパルスを用いて狭グロー放電処理を施す狭グロー放電処理装置において、パルスモード波形にパルスピーク値より低い連続して流れるパルスベース電流値を設け、パルスピーク電流値、パルス幅値、パルス周波数値が設定された後、グロー放電処理中の処理対象物の処理温度が設定された温度となるように、処理温度を検出する温度検出器からの出力に基づいてフィードバック制御により前記ベース電流値を変更するようにしたことを特徴とする狭グロー放電処理装置。

【請求項 8】 前記処理対象物の処理温度を、グロー放電処理装置に設けた主回路のインバータ回路を駆動する点弧パルスのパルス幅を変え、設定値となるようにフィードバック制御するとともに、該点弧信号でのデッドタイム期間を除く制御量が無くなった場合、次にパルスモードでのベース電流値又はパルス幅値で設定値となるようにフィードバック制御するようにしたことを特徴とする請求項 7 に記載の狭グロー放電処理装置。

【請求項 9】 パルスモード波形にパルスピーク値より低い連続して流れるパルスベース電流値を設け、パルスピーク電流値、パルス幅値、パルス周波数値が設定された後、グロー放電処理中の処理対象物の処理温度が設定された温度となるように、処理温度を検出する温度検出器からの出力に基づいてフィードバック制御により前記ベース電流値を変更するようにしたことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の狭グロー放電処理装置。

【請求項 10】 前記処理対象物の処理温度を、グロー放電処理装置に設けた主回路のインバータ回路を駆動する点弧パルスのパルス幅を変え、設定値となるようにフィードバック制御するとともに、該点弧信号でのデッドタイム期間を除く制御量が無くなった場合、次にパルスモードでのベース電流値又はパルス幅値で設定値となるようにフィードバック制御することを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の狭グロー放電処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、グロー放電処理に供するパルスモードでの狭グロー放電制御方法及び処理温度制御方法及びその狭グロー放電処理装置に関し、特

にパルスモードでの狭いグロー放電幅が得られ、同一窒化層、拡散層では処理時間を短くでき、また同一処理時間では深い窒化層、拡散層が得られる技術に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】従来、イオン窒化処理、プラズマ浸炭処理、プラズマCVD処理などの表面処理として、直流グロー放電を利用したイオン／プラズマ窒化処理、所謂グロー放電処理が種々提案されるとともに、実用に供されつつある。例えば、特開平7-78697号公報に記載の「グロー放電処理方法」においては、商業用3相交流を整流し、インバータ制御部及び昇圧トランスを介してパルス状の放電電圧を発生させ、この放電電圧を処理容器の電極に印加させることで、処理容器内に收容された処理対象物にグロー放電による各種の窒化処理を施すようになっている。

【0003】ここで、処理対象物をイオン窒化した場合に生成される窒化層については、通常、処理対象物の表面に8 $\mu$ 程度の化合物層が形成され、その化合物層の下側に拡散層が形成される。例えば、炭素鋼S45Cをイオン窒化する場合に、ガス圧として約5Torr、処理温度として約500 $^{\circ}$ C、ガス組成として窒素20%で且つ水素80%、処理時間として8時間という処理条件によるグロー放電処理により、約0.2mmの層厚で窒化層を形成することができる。

【0004】また、パルスモードによるグロー放電処理においては、従来の連続する放電電圧を用いるCWモード（コンティニュアス・ウエーブモード）による放電処理よりも、高いガス圧を採用することでグロー放電幅を狭くすることができ、細いスリット部や穴内部や角部などの細部にも均一な窒化処理を形成できるようになってきている。しかし、このパルスモードによるグロー放電処理については、実用化の方向にあるが、実際には、例えば、処理対象物の処理温度の制御については、パルスピーク電流値やパルス幅やパルス周波数の何れを変更すれば、最も良く効果があるのか確率されていない。

【0005】また、処理容器内のガス圧の変動により、ガス圧が低くなると、グロー放電電流－電圧特性がシフト変化して、アーク放電に移行し易く、また同じ放電電流値ならば放電電圧を降下させることでグロー放電幅が狭くなるが、電力を十分に供給できずに処理温度を上昇させることができなくなる。このように、窒化処理に供する処理対象物の材質や形状、更には重量や大きさなどが異なる毎に、その都度、パルスピーク電流値やパルス幅やパルス周波数を試行錯誤的に設定しながら窒化処理を実行するようにならなければならない。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】前述したように、パルスモードによるグロー放電処理においては、高いガス圧を採用することでグロー放電幅を狭くすることができ、細いスリット部や角部などの細部にも均一な窒化処理を

形成できる一方、その為に、窒化処理に供する処理対象物の材質や形状や重量などに基づいて、処理温度を設定温度に保持する温度維持管理、ガス圧の変動による狭グロー放電幅の維持管理やアーク放電への移行防止対策などに関して、アルゴリズムが何ら完成されていない。

【0007】即ち、グロー放電処理に際しては、その都度、パルスピーク電流値やパルス幅やパルス周波数を、試行錯誤的に設定しながら窒化処理を実行するので、窒化処理の生産性が低下し、アーク放電移行した場合にはその処理対象物を無駄にすることになり、処理コストが増大するという問題がある。本発明の目的は、高いガス圧を用いて最適な狭グロー放電を得ること、処理温度の温度制御の自動化、ガス圧変動によるアーク放電への移行防止制御の自動化を図ること、パルスピーク電流値やパルス幅やパルス周波数などの放電処理パラメータの設定手順や相関関係を明確化すること、などである。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1のグロー放電処理に供するパルスモードでの狭グロー放電制御方法は、グロー放電処理に供するパルスモードでの狭グロー放電制御方法において、パルスモードのパルスピーク電流値、パルス幅値、パルス周波数値のうち、パルスピーク電流値を、予め処理装置炉内のガス圧の大きさに対応させて設定した回路又はテーブル化したROMなどを用いたメモリ回路により設定し、該パルスピーク電流値を異常グロー放電領域で使用するとともに、該パルスピーク電流値の大きさをグロー放電処理中のガス圧の変動に基づいて補正して変えるようにフィードバック制御するようにしたことを特徴とするものである。

【0009】パルスモードのパルスピーク電流値、パルス幅値、パルス周波数値のうちのパルスピーク電流値の大きさを、グロー放電処理中のガス圧の変動に応じて、回路又はテーブル化したROMなどのメモリ回路に基づいて補正して変えるようにしたので、グロー放電処理の電流－電圧特性における異常グロー放電領域の特に上段部の最適な領域を常に使用することができ、アーク放電領域に移行することがない。

【0010】請求項2のグロー放電処理に供するパルスモードでの狭グロー放電制御方法は、請求項1の発明において、前記パルスモードでのパルス幅値を、予めパルスモードでのパルス周波数値により設定した回路又はテーブル化したROMなどを用いたメモリ回路により設定し、パルスピーク電流値又はパルス幅値を、狭グロー放電幅となるようにマニュアルで変更できる回路を設け、該マニュアル回路で変えるように、またはパターン認識の画像処理装置の出力結果で変えるようにしたことを特徴とするものである。

【0011】この場合には、パルスモードでのパルス幅値を、回路又はテーブル化したROMなどのメモリ回路に予め用意するようにでき、パルスピーク電流値又はパ

ルス幅値を、マニュアル回路又は画像処理装置の出力に基づいて補正したり微調整することができる。その他請求項 1 と同様の作用を奏する。

【0012】請求項 3 のグロー放電処理に供するパルスモードでの処理温度制御方法は、グロー放電処理に供するパルスモードでの処理温度制御方法において、パルスモード波形にパルスピーク値より低い連続して流れるパルスベース電流値を設け、パルスピーク電流値、パルス幅値、パルス周波数値が設定された後、グロー放電処理中の処理対象物の処理温度が設定された温度となるように、処理温度を検出する温度検出器からの出力に基づいてフィードバック制御によりベース電流値を変更するようにしたことを特徴とするものである。

【0013】パルスモード波形に設けたパルスピーク値より低い連続して流れるパルスベース電流値を、温度検出器からの検出温度に基づいてフィードバック制御により変更するようにしたので、パルスモード波形を何ら変えるようなことなく、容易に温度制御できる。

【0014】請求項 4 のグロー放電処理に供するパルスモードでの処理温度制御方法は、請求項 3 の発明において、前記処理対象物の処理温度を、グロー放電処理装置に設けた主回路のインバータ回路を駆動する点弧パルスのパルス幅を変え、設定値となるようにフィードバック制御するとともに、該点弧信号でのデッドタイム期間を除く制御量が無くなった場合、次にパルスモードでのベース電流値又はパルス幅値で設定値となるようにフィードバック制御するようにしたことを特徴とするものである。

【0015】この場合、温度制御を、先ずパルスピーク値を決めるインバータ点弧パルス幅を変えることでフィードバック制御により行う一方、点弧信号でのデッドタイム期間を除く制御量が無くなった場合に、パルスモードでのベース電流値又はパルス幅値でフィードバック制御するようにしたので、出力が小パワーであっても、ベース電流やパルス幅値よりパルスピーク値が優先し、パルスモード波形を維持できる。その他請求項 3 と同様の作用を奏する。

【0016】請求項 5 の狭グロー放電処理装置は、パルスモードでのパルスを用いて狭グロー放電処理を施す狭グロー放電処理装置において、パルスモードのパルスピーク電流値、パルス幅値、パルス周波数値のうち、パルスピーク電流値を、予め処理装置炉内のガス圧の大きさに対応させて設定された回路又はテーブル化した ROM などを用いたメモリ回路により設定し、該パルスピーク電流値を異常グロー放電領域で使用するとともに、該パルスピーク電流値の大きさをグロー放電処理中のガス圧の変動に基づいて補正して変えるようにフィードバック制御するようにしたことを特徴とするものである。

【0017】パルスモードのパルスピーク電流値、パルス幅値、パルス周波数値のうちのパルスピーク電流値の

大きさが、グロー放電処理中のガス圧の変動に応じて、回路又はテーブル化した ROM などのメモリ回路に基づいて補正して変えられるようにしたので、グロー放電処理の電流－電圧特性における異常グロー放電領域の特に上段部の最適な領域を常に使用することができ、アーク放電領域に移行することがない。

【0018】請求項 6 の狭グロー放電処理装置は、請求項 5 の発明において、前記パルスモードでのパルス幅値を、予めパルスモードでのパルス周波数値により設定した回路又はテーブル化した ROM などを用いたメモリ回路により設定し、パルスピーク電流値又はパルス幅値を、狭グロー放電幅となるようにマニュアルで変更できる回路を設け、該マニュアル回路で変えるように、またはパターン認識の画像処理装置の出力結果で変えるようにしたことを特徴とするものである。この場合には、パルスモードでのパルス幅値を、回路又はテーブル化した ROM などのメモリ回路に予め用意するようにでき、パルスピーク電流値又はパルス幅値を、マニュアル回路又は画像処理装置の出力に基づいて補正したり微調整することができる。その他請求項 5 と同様の作用を奏する。

【0019】請求項 7 の狭グロー放電処理装置は、パルスモードでのパルスを用いて狭グロー放電処理を施す狭グロー放電処理装置において、パルスモード波形にパルスピーク値より低い連続して流れるパルスベース電流値を設け、パルスピーク電流値、パルス幅値、パルス周波数値が設定された後、グロー放電処理中の処理対象物の処理温度が設定された温度となるように、処理温度を検出する温度検出器からの出力に基づいてフィードバック制御によりベース電流値を変更するようにしたことを特徴とするものである。

【0020】パルスモード波形に設けたパルスピーク値より低い連続して流れるパルスベース電流値を、温度検出器からの検出温度に基づいてフィードバック制御により変更するようにしたので、パルスモード波形を何ら変えるようなことなく、容易に温度制御できる。

【0021】請求項 8 の狭グロー放電処理装置は、請求項 7 の発明において、前記処理対象物の処理温度を、グロー放電処理装置に設けた主回路のインバータ回路を駆動する点弧パルスのパルス幅を変え、設定値となるようにフィードバック制御するとともに、該点弧信号でのデッドタイム期間を除く制御量が無くなった場合、次にパルスモードでのベース電流値又はパルス幅値で設定値となるようにフィードバック制御するようにしたことを特徴とするものである。

【0022】この場合には、温度制御が、先ずパルスピーク値を決めるインバータ点弧パルス幅を変えることでフィードバック制御により実行される一方、点弧信号でのデッドタイム期間を除く制御量が無くなった場合に、パルスモードでのベース電流値又はパルス幅値でフィードバック制御が実行されるようにしたので、出力が小パ

ワーであっても、ベース電流やパルス幅値よりパルスピーク値が優先し、パルスモード波形を維持できる。その他請求項7と同様の作用を奏する。

【0023】請求項9の狭グロー放電処理装置は、請求項5又は6の発明において、パルスモード波形にパルスピーク値より低い連続して流れるパルスベース電流値を設け、パルスピーク電流値、パルス幅値、パルス周波数値が設定された後、グロー放電処理中の処理対象物の処理温度が設定された温度となるように、処理温度を検出する温度検出器からの出力に基づいてフィードバック制御によりベース電流値を変更するようにしたことを特徴とするものである。

【0024】この場合、パルスモード波形に設けたパルスピーク値より低い連続して流れるパルスベース電流値を、温度検出器からの検出温度に基づいてフィードバック制御により変更するようにしたので、パルスモード波形を何ら変えるようなことなく、容易に温度制御できる。その他請求項5又は6と同様の作用を奏する。

【0025】請求項10の狭グロー放電処理装置は、請求項5又は6の発明において、前記処理対象物の処理温度を、グロー放電処理装置に設けた主回路のインバータ回路を駆動する点弧パルスのパルス幅を変え、設定値となるようにフィードバック制御するとともに、該点弧信号でのデッドタイム期間を除く制御量がなくなった場合、次にパルスモードでのベース電流値又はパルス幅値で設定値となるようにフィードバック制御することを特徴とするものである。

【0026】この場合には、温度制御が、先ずパルスピーク値を決めるインバータ点弧パルス幅を変えることでフィードバック制御により実行される一方、点弧信号でのデッドタイム期間を除く制御量がなくなった場合に、パルスモードでのベース電流値又はパルス幅値でフィードバック制御が実行されるようにしたので、出力が小パワーであっても、ベース電流やパルス幅値よりパルスピーク値が優先し、パルスモード波形を維持できる。その他請求項5又は6と同様の作用を奏する。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について、図面に基づいて説明する。本実施形態は、窒素ガスや水素ガスなどの混合ガスを封入した処理容器内に収容した種々の処理対象物に、イオン窒化処理、プラズマ浸炭処理、プラズマCVD処理等のグロー放電処理を施す狭グロー放電処理装置に本発明を適用した場合のものである。先ず、この狭グロー放電処理装置1について説明する。

【0028】図1に示すように、3相(3φ)からなる商業用交流電圧(AC200V)が主回路2によりパルス波形の放電電圧を発生させるようになっている。即ち、この交流電圧が整流回路3で整流された後平滑回路4で平滑され、IGBT(Isolation Gate Bipolar Transistor)

からなる4個のインバータトランジスタをブリッジ状に接続したフルブリッジ型のインバータ回路5に供給され、このインバータ回路5の出力は昇圧インバータトランス6に供給される。この昇圧インバータトランス6からは、インバータ回路5から交互に出力される+側点弧パルス電圧と-側点弧パルス電圧を昇圧したパルス波形が順次出力される。

【0029】そして、昇圧インバータトランス6から出力されるパルス電圧は整流器7で整流され、この整流器7から出力される+側のパルス状放電電圧が+側出力ラインL1を介してグロー放電用陽極である処理容器8に供給される。ここで、整流回路3と平滑回路4とインバータ回路5と昇圧インバータトランス6と整流器7などで主回路2が構成されている。前記処理容器8には、ガスボンベ(例えば、窒素ガス、水素、アルゴン、ヘリウム等を封入したボンベ)9のガスをバルブ10を介して供給する供給管11が接続され、またピラニー真空計12とバルブ13とを途中部に設け、バキュームポンプ14で処理容器8内を真空にする吸引管15が接続されている。

【0030】ここで、処理容器8は、図示外の水冷ジャケットにより冷却されるとともに、観察窓(図示略)を有する真空容器として構成され、通常グロー放電処理用陽極として作用するように接地されている。この処理容器8内には、処理対象物Wを載置する複数の載置台16が所定間隔おきに階層状に設けられ、これら載置台16は一体的な陰極として作用するようになっている。整流器7の-側出力ラインL2は載置台(陰極)15に接続され、これら載置台16は処理容器8に対して絶縁されている。

【0031】ところで、処理容器8の内部の温度を測定する為に、処理容器8に近接させて温度検出器17が設けられている。この温度検出器17は放射温度計からなり、処理対象物Wの表面から放出される熱放射エネルギーを検出して测温するようになっている。また、-側出力ラインL2にはカレントトランスからなる電流検出用変流器18が設けられ、この電流検出用変流器18により放電電流の大きさを検出することができる。そして、インバータ回路5は、処理容器8に供給するパルス電圧状放電電圧のデューティ比を制御(変更)するPWM(Pulse Width Modulation)制御回路を有する放電制御回路19に接続され、また電流検出用変流器18も放電制御回路19に接続されている。

【0032】前記温度検出器17の出力は、図5に示すように、グロー放電処理パターンの「昇温期間」や「保温期間」や「冷却期間」に関する処理温度などの処理パターンを設定するプログラム調節計20に供給され、プログラム調節計20の出力とピラニー真空計12の圧力信号とがインターフェース回路21に供給される。そして、このインターフェース回路21で作成されたパルス

ピーク電流値 $I_p$ やパルスベース電流値 $I_b$ などのパルスモード指令PMC がパルスモード波形設定回路22に出力される。そして、このパルスモード波形設定回路22で作成されたパルス幅TWが放電制御回路19に出力される。

【0033】そして、最終的に、放電制御回路19からインバータ回路5にインバータ点弧信号が出力される。即ち、パルス幅TWに基づいてインバータ回路5に出力される点弧パルス幅 $t_w$ の値を変更することにより、パルスモード波形が得られ、このパルスモード波形により処理容器8内の処理対象物Wにグロー放電処理を施すことができる。ここで、図2において、インバータ周波数が10KHzのときの正点弧パルス信号と負点弧パルス信号の波形を示す。また、パルスモード波形設定回路22から出力される出力波形は図3に示すように、パルス周波数Fpは、例えば、100Hz から2KHz まで変えられるようになっている。

【0034】ここで、図3に示すベース電流 $I_b$ は本願特有のものであり、温度検出器17の出力に基づいて、処理温度が設定された温度となるように、ベース電流 $I_b$ の大きさをフィードバック制御するようになっている。そのベース電流 $I_b$ については、図5のグロー放電処理パターン保温期間では、前述したように、温度検出器17からの検出温度によりフィードバック制御するが、昇温期間では、電流検出用変流器18からの検出電流値に基づいて定電流制御される。また、スロープ的な昇温期間における定電流制御の設定については、保温期間と同様に、プログラム調節計20からの設定値SV (Set Value) で設定される。

【0035】また、パルスモードでのパルスピーク電流 $I_p$ により得られる放電電圧のパルスピーク電圧の波形は、概ねパルスピーク電流波形と同様のパルス状である。次に、プログラム調節計20について説明しておく、一般的には、設定値SVを設定する一方、フィードバックされた測定値PV (Process Value) に対し、これら設定値SVや測定値PVの偏差、エラー値ERをエラーアンプで出力し、グロー放電処理を制御するが、本発明の場合には、これら設定値SVや測定値PVやエラー値ERの各々を信号として使用するようになっている。また、グロー放電処理パターン期間中におけるパターン信号を図4のシーケンサ27に出力することもできる。

【0036】次に、インターフェース回路21について説明しておく、図4に示すように、オペアンプからなる増幅器30、31を設けたものであり、増幅器30は、プログラム調節計20からの設定値信号SVと、予め設定されたパルスピーク設定回路（これが請求項1の予め設定した回路に相当する）32を経てピラニー真空計12からの圧力信号（ガス圧Pの大きさ）とを受けて、図8に示すように、パルスピーク電流値 $I_p$ を出力する。ここでは、ディスクリット回路32と増幅器30とを用いてパルスピーク電流値 $I_p$ を作成するようにした

が、ガス圧Pに対するパルスピーク電流値 $I_p$ を関係付けたテーブルをROMなどの記憶媒体（メモリ回路に相当する）に予め記憶しておき、パルスピーク電流値 $I_p$ を読み出すようにしてもよい。

【0037】更に、増幅器31は、パルスベース設定回路24からの出力と、処理温度のフィードバック値に関する測定値信号PVとを受けて、設定された処理温度となるようにベース電流値 $I_b$ を出力する。ところで、処理温度となるようにベース電流値 $I_b$ を変更するに際しては、放電制御回路19に設けられた制御量フル点弧状態検出回路35からの出力により、切換えラインCLを介して切換え指令することで、パルス幅TWに代えてベース電流値 $I_b$ により処理温度制御を行なうようにしてもよい。

【0038】ところで、このインターフェース回路21には、マニュアル微調整回路（これが請求項2のマニュアル回路に相当する）23が接続され、このマニュアル微調整回路23により、後述するマニュアルパルス幅微調整回路26と同様に、最適な狭グロー放電となるようにパルスピーク電流値 $I_p$ の大きさを補正微調整するようになっている。次に、パルスモード波形を作成して出力するパルスモード波形設定回路22について説明すると、パルス周期／パルス周波数Fp設定回路25からの出力はパルス幅設定回路（これが請求項2の予め設定した回路に相当する）33に供給され、このパルス幅設定回路33により、図7に示すように、パルス周波数Fpに対するパルス幅TWが設定される。

【0039】ここで、パルス周波数Fpやパルス幅TWの設定に際して、パルス周波数Fpに対するパルス幅TWを関係付けたテーブルをROMなどのメモリ回路に予め記憶しておき、パルス幅TWを読み出すようにしてもよい。次に、放電制御回路19について説明すると、処理温度の制御については、プログラム調節計20で設定された処理温度となるように、前述のベース電流値 $I_b$ の大きさだけを調整して設定温度となるように温度調整する以外に、先ずエラー値ERの大きさにより、アナログスイッチ34などを経てインバータ点弧パルス幅 $t_w$ 36を変えることで、処理温度となるように温度調整する。

【0040】次に、制御量が無くなって、フル点弧状態になったことを制御量フル点弧状態検出回路35内のコンパレータなどで検出し、制御量フル点弧状態検出回路35からの出力に基づいてアナログスイッチ34を切換える。この切換え後においては、パルス幅TWの大きさ又はベース電流値 $I_b$ の大きさを変更するようにして、設定された処理温度となるように温度調整する。ベース電流値 $I_b$ の大きさを変更する場合には、パルスモード波形設定回路22に処理温度の偏差やエラー値ERがフィードバックされ、パルスモード波形設定回路22においてベース電流値 $I_b$ の大きさが変更され、放電制御回路19に出力される。



【0041】但し、昇温期間に用いるCWモード（コンティニュアス・ウェーブモード）については、プログラム調節計20で設定された処理温度となるように、スロープを有する定電流制御により行なわれる。次に、図9のフローチャートに基づいて、グロー放電処理装置の処理条件を設定する設定手順を、図6～図8を参照しながら説明する。

【0042】この図9の設定手順（S1～S9）のうち、S1～S5については具体例であり、一般的な概略説明をしたものであり、本発明とは直接には関係するものではなく、S6～S9については、従来、パルスモードでのパルスピーク電流値 $I_p$ 、パルス幅 $TW$ 、パルス周波数 $F_p$ に関して、設定手順と設定値が特に明確化されていなかったのに対して、設定の優先度や相関関係、具体的な設定値、パルスモードでのグロー放電処理の有効性を明確化し、具体的に実現しようとするものである。但し、符号Sは処理順序のステップを示すものである。

【0043】まず、S1の処理対象物の材質設定においては、例えば、炭素鋼（S45C、SS41等）、又はステンレス鋼（SUS304材等）のように設定される。この設定は、S5の処理パラメータ設定の特に処理温度設定S53、処理時間設定S54で重要である。次のS2の窒化仕様の設定においては、例えば「表面硬さ」、「断面硬さ分布」、「化合物厚さ」、「拡散層深さ」などの複数の窒化仕様に関する処理条件が設定される。例えば金型関係の窒化処理の場合、耐摩耗性が問題となる場合には、化合物層を若干厚めにし、また耐ヒートクラック性が問題となる場合には、化合物層を極力薄くして、拡散層のみ深くするように処理を行なう。

【0044】次のS3の処理物の大きさや形状の設定において、薄物や小物については、熱容量が小さいので、熱変形の影響が出ないように、S6で設定するパルス周波数 $F_p$ を高めにする一方、厚物や大形品については、薄物や小物に比べてS6で設定するパルス周波数 $F_p$ を低目にする。次のS4の重量、肉厚、処理表面積の設定においては、同一重量であっても、形状が異なったり、表面積が大きいものもあるので、重量や表面積の差によっては、温度分布が不均一になるので、重量（Kg）／表面積（ $\text{cm}^2$ ）を略同一となるような処理物で構成する。

【0045】次に、S5の処理パラメータ設定において、S51のガス組成の設定については、例えば、窒素ガスと水素ガスの混合で窒素ガスの混合比率を大きくすることにより、化合物層が厚目となる。また、処理対象物Wの表面をスパッタリングでクリーニングすることになるが、難窒化材であるステンレス鋼などに付着した酸化物のクリーニングについては、通常の場合、アルゴン又は水素ガスを用いる。また、S52のガス圧設定については、図5の昇温期間では、放電電圧が一定となるように、ガス圧 $P$ を変更するものもあり、また充填するガスのON、OF補充を行なう。

【0046】また、S55の冷却期間については、例えば、炭素鋼の場合、窒素ガスによる冷却速度が遅い場合、十分な疲労強度が得られない。また、処理容器8内の温度が $200^\circ\text{C}$ のように高い状態で処理容器8の取り出し口を開放すると、処理対象物Wが酸化してしまうことになる。次のS6～S9は、本願特有のステップであり、順次説明する。まずS6において、図6に閉ループ状の斜線で示すパルス周波数特性に基づいて、パルス周波数 $F_p$ を設定する。このパルス周波数特性は、予め施行実験により求め、パルス周期／パルス周波数 $F_p$ 設定回路25で設定したものである。

【0047】即ち、前述したように、薄物や小物については、パルス周波数 $F_p$ を高く設定し、これらの裕度範囲は予め施行実験により求めたものである。ここでは、一例として、パルスデューティ値を50%として求めたものであり、必要に応じて、パルスデューティ値として、70%、80%・・・のように複数種類を準備しておいてもよい。この図から分かるように、厚物や大形品についてはパルス周波数 $F_p$ の裕度範囲は広がっている。

【0048】次のS7においては、図7に示すパルス周波数／パルス幅特性のA、B・・・Cに基づいて、パルス幅 $TW$ を決定する。即ち、S6により、図6に示すように、例えば、デューティ値を50%でパルス幅 $TW$ を決定するが、グロー放電の幅が狭くなる最適パルス幅となるように、図7のパラメータで決まるA、B・・・Cなどの曲線でパルス幅 $TW$ 値を設定する。言い換えれば、グロー放電の放電幅が狭くなる最適パルス幅は、同一パルス周波数 $F_p$ でも、処理物の材質やガス組成（混合比）やガス圧 $P$ などのパラメータによりパルス幅 $TW$ は異なる。

【0049】ところで、S7におけるパルスベース電流値 $I_b$ の設定については、前述したように、処理対象物Wの処理温度となるようにフィードバック制御し、基本的には、パルスモードでのパルスピーク電流値 $I_p$ 、パルス幅 $TW$ 、パルス周波数 $F_p$ は、処理温度の制御から切り離し、処理条件の再現性、確度を上げるようにしている。ここで、パルスベース電流値 $I_b$ は、処理対象物Wの処理温度を上昇させる為の、所謂ヒータの役目である。

【0050】次のS8の狭く最適なグロー放電幅（狭グロー放電）となるパルスピーク電流値 $I_p$ の設定について説明する。図8に、ガス圧 $P$ に対するパルスピーク電流値 $I_p$ 、つまり異常グロー放電領域での放電電流 $I_L$ とを対応づけた閉ループ状の斜線で示すガス圧 $P$ ピーク電流値特性を示す。この特性から分かるように、ガス圧 $P$ が高いほど、設定の為の裕度範囲は広がっている。ここで、前述したように、ガス圧 $P$ を高くすれば、何故、狭グロー放電が得られ、狭い部分でもグロー放電処理が可能なのか、図10～図12に基づいて説明する。

【0051】図12は、公知の放電電流－放電電圧特性であり、ガス圧 $P$ を1 Torrより高く変更した場合、その

特性の変化を定性的に示したものが図11である。この図11において、異常グロー放電領域は、右方向にシフトし、同一放電電流では、ガス圧Pを高くすると、放電電圧は低下する。また、図10は図11の傾向を実際のグロー放電処理状態で定性的に示したものである。ガス圧Pをパラメータとし、一例として、0.5Torr～20Torrまで変えた場合に、ガス圧Pを高くするほど、放電電流に対する放電電圧の変化は緩やかになる。即ち、異常グロー放電領域における放電電圧の変化は緩やかになって、前述の如く、右方向にシフトする。これと同時に、正規グロー放電領域は右側に伸びて大きくなる。

【0052】これにより、ガス圧Pを高くすれば、放電電流を大きくしても異常グロー放電領域から外れることはなく、アーク放電領域とはならず、高い電力を供給（注入）でき、高い電流密度とすることができる。また、同一放電電流であれば、ガス圧Pによりパワーコントロールすることもできることが分かる。ここで、高い電流密度や電流値で連続して放電処理を継続すると、処理対象物Wの処理温度が600℃以上にもなり、組成変形や熱変形が発生する。そこで、パルスモード波形を用いて、平均供給電力をほぼ同一にすれば、処理対象物Wの処理温度はほぼ同一になり、異常に高くなることはない。

【0053】ここで、ガス圧Pが高い場合には、大きなパルスピーク電流値Ipを流すことができるが、パルスピーク電流値Ipで得られるパルス放電電圧については、グロー放電気体中の電子、イオンの解離、電離、励起を促進する為、より高い電圧が望まれる。即ち、より高い電圧であれば、より高速の電子、イオンが得られ、これら解離、電離、励起の促進により、処理時間を短くすることができる。また、同一の処理時間であれば、より深い窒化層、拡散層が得られる。これにより、高い電圧となるように、パルスピーク電流値Ipを大きく際に、場合によっては、アーク放電領域に移行する場合がある。

【0054】これは、処理容器8内にガスを間欠的にON、OFF補充するときガス圧Pが変動し、ガスが供給されていない期間でガス圧Pが低下して、アーク放電領域に移行する。例えば、ガスの補充を連続させてリニア的に行なう場合であっても、ガス圧Pは処理容器8内の全てにおいて均一にならず、バラツキや変動が生じる。そこで、本発明は、ガス圧Pの変動やバラツキを考慮し、ガス圧Pが変動してもアーク放電領域に移行しないように、図8に示すガス圧ピーク電流値特性に基づいて設定するとともに、実際の放電処理中のガス圧Pの変動をピラニー真空計12で検出し、このピラニー真空計12からの圧力信号に基づいてパルスピーク電流値Ipをフィードバック制御により調節するようにしたものである。

【0055】これにより、高い放電電圧となるように、パルスピーク電流値Ipを設定でき、同一窒化層、拡散層

であれば処理時間を短くでき、又は同一処理時間でであれば窒化層、拡散層を従来に比べてより深く形成することができる。以上のように、ガス圧Pの変動に応じて、パルスピーク電流値Ipを調節するようにしたので、処理対象物Wの損傷を確実に防止でき、狭グロー放電処理を実現することができる。尚、グロー放電の幅とガス圧Pとの関係は、各種の文献などで公知であり、また正規グロー放電領域では、グロー放電の幅が大きくなり、処理対象物Wの全体を均一に覆うことはできない。

【0056】また、パルスモードでガス圧Pを高く設定した異常グロー放電領域については、まだ解明されていないところも多く、場合によっては、パルスモードでのパルス幅TWによっても平均電圧が変わることで、グロー放電幅に全く影響しないとも限らない。例えば、平均電圧が変動して、気体中のイオン化時間や消イオン時間が変動し、グロー放電幅に影響を及ぼし、グロー放電幅が変わらないとも限らない。そこで、図9におけるS9において、S8のパルスピーク電流値Ipの設定以外でもパルス幅TWを設定できるようにした。

【0057】次に、本発明の別のパルスモードでの処理温度制御について説明する。先ず、図13に示すベース電流による処理温度制御について説明すると、S10のように、温度検出器17からの検出温度信号に基づいて、ベース電流値Ibの大きさを制御することで、設定した処理温度となるようにフィードバック制御する。この制御を採用することにより、先ず、処理対象物Wのベース温度を容易に設定でき、温度変動を少なく均一にできる。また、パルスモードの有効性を温度制御と分離して生かし、狭グロー放電状態を何ら変更することなく、処理温度制御を実現できる。更に、パルスモードでの処理条件の再現性、確度が得られる。

【0058】次に、図14に示すインバータパルス幅による処理温度制御について説明すると、整流器7からの出力パワーを定格近くで使用する場合には、インバータパルス幅twの制御パルス幅の量は、前述のガス圧変動によるパルスピーク電流値Ipの大きさを変えてフィードバック制御する分も必要で、10～20%程度の制御量を残しておかなければならない。即ち、S11のように、10～20%程度の制御量になるまでは、ベース電流値Ibを一定値に保持しながら、パルスピーク時のインバータパルス幅twでもって処理温度制御を行なう。そして、S12のように、定格出力近くでは、ベース電流値Ibによる処理温度制御を行なう。

【0059】このS11とS12の切換えについては、放電制御回路19に設けられたPWM制御回路の入力指令電圧レベルを、制御量が無くなって、フル点弧状態になったことをコンパレータ回路などで検出し、容易に切換えることができる。即ち、処理容器8への出力パワーがコントロールされ、小パワー出力状態では、インバータパルス幅twの大きさ、換言すれば、パルスピーク電流値Ip

を変更することで処理温度をコントロールする。

【0060】これは、パルスモードでの前述した有効性、パルスピーク電流値 $I_p$ を生かす為で、異常グロー放電領域の放電特性の中央部分～上段部分を使用する為である。尚、本発明による温度処理制御では、パワーコントロールについては、同一のパルス周波数 $F_p$ 、パルス幅 $TW$ 、ベース電流値 $I_b$ の状態、原則として、パルスピーク電流値 $I_p$ の大きさを変えてパワーコントロールする。

【0061】更に、図15に示すパルス幅による処理温度制御について説明すると、S14のように、ベース電流値 $I_b$ をある一定の値とし、設定された処理温度となるように、パルス幅 $TW$ を変えるようにしたものである。この場合には、図14で説明したように、制御量が10～20%になった状態で、ベース電流値 $I_b$ 制御に切替えたように、ベース電流値 $I_b$ に代えて、パルス幅 $TW$ を制御するようになる。また、インバータパルス幅 $tw_i$ による温度制御より、パルス幅 $TW$ による温度制御への切替えは同様である。

【0062】前記実施形態の変更形態について説明する。

(1) CCDカメラなどで撮像した判定画像データに基づいて、画像処理装置により画像解析してグロー放電幅を求め、このグロー放電幅が狭くするように、パルスピーク電流値 $I_p$ 又はパルス幅を制御するようにしてもよい。

(2) また、インターフェース回路21やパルスモード波形設定回路22は一例を示したものであり、これらプログラム調節計20、インターフェース回路21やパルスモード波形設定回路22に代えて、コンピュータシステムを採用するようにしてもよい。

(3) 更に、イオン窒化処理、プラズマ浸炭処理、プラズマCVD処理等の種々のグロー放電処理を施す各種の狭グロー放電処理装置に本発明を適用し得ることは勿論である。

【0063】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、グロー放電処理に供するパルスモードでの狭グロー放電制御方法において、パルスモードのパルスピーク電流値、パルス幅値、パルス周波数値のうち、パルスピーク電流値を、予め処理装置炉内のガス圧の大きさに対応させて設定した回路又はテーブル化したROMなどを用いたメモリ回路により設定し、該パルスピーク電流値を異常グロー放電領域で使用するとともに、該パルスピーク電流値の大きさをグロー放電処理中のガス圧の変動に基づいて補正して変えるようにフィードバック制御するようにしたので、グロー放電処理の電流－電圧特性における異常グロー放電領域の特に上段部の最適な領域を常に使用することができ、アーク放電領域に移行することがない。

【0064】請求項2の発明によれば、請求項1と同様の効果を奏するが、前記パルスモードでのパルス幅値

を、予めパルスモードでのパルス周波数値により設定した回路又はテーブル化したROMなどを用いたメモリ回路により設定し、パルスピーク電流値又はパルス幅値を、狭グロー放電幅となるようにマニュアルで変更できる回路を設け、該マニュアル回路で変えるように、またはパターン認識の画像処理装置の出力結果で変えるようにしたので、パルスモードでのパルス幅値を、回路又はテーブル化したROMなどのメモリ回路に予め用意するようにでき、パルスピーク電流値又はパルス幅値を、マニュアル回路又は画像処理装置の出力に基づいて補正微調整することができる。

【0065】請求項3の発明によれば、グロー放電処理に供するパルスモードでの処理温度制御方法において、パルスモード波形にパルスピーク値より低い連続して流れるパルスベース電流値を設け、パルスピーク電流値、パルス幅値、パルス周波数値が設定された後、グロー放電処理中の処理対象物の処理温度が設定された温度となるように、処理温度を検出する温度検出器からの出力に基づいてフィードバック制御によりベース電流値を変更するようにしたので、パルスモード波形を何ら変えるようなことなく、容易に温度制御できる。

【0066】請求項4の発明によれば、請求項3と同様の効果を奏するが、前記処理対象物の処理温度を、グロー放電処理装置に設けた主回路のインバータ回路を駆動する点弧パルスのパルス幅を変え、設定値となるようにフィードバック制御するとともに、該点弧信号でのデッドタイム期間を除く制御量が無くなった場合、次にパルスモードでのベース電流値又はパルス幅値で設定値となるようにフィードバック制御するようにしたので、出力が小パワーであっても、ベース電流やパルス幅値よりパルスピーク値が優先し、パルスモード波形を維持できる。

【0067】請求項5の発明によれば、パルスモードでのパルスを用いて狭グロー放電処理を施す狭グロー放電処理装置において、パルスモードのパルスピーク電流値、パルス幅値、パルス周波数値のうち、パルスピーク電流値を、予め処理装置炉内のガス圧の大きさに対応させて設定された回路又はテーブル化したROMなどを用いたメモリ回路により設定し、該パルスピーク電流値を異常グロー放電領域で使用するとともに、該パルスピーク電流値の大きさをグロー放電処理中のガス圧の変動に基づいて補正して変えるようにフィードバック制御するようにしたので、グロー放電処理の電流－電圧特性における異常グロー放電領域の特に上段部の最適な領域を常に使用することができ、アーク放電領域に移行することがない。

【0068】請求項6の発明によれば、請求項5と同様の効果を奏するが、前記パルスモードでのパルス幅値を、予めパルスモードでのパルス周波数値により設定した回路又はテーブル化したROMなどを用いたメモリ回

路により設定し、パルスピーク電流値又はパルス幅値を、狭グロー放電幅となるようにマニュアルで変更できる回路を設け、該マニュアル回路で変えるように、またはパターン認識の画像処理装置の出力結果で変えるようにしたので、パルスモードでのパルス幅値を、回路又はテーブル化したROMなどのメモリ回路に予め用意するようにでき、パルスピーク電流値又はパルス幅値を、マニュアル回路又は画像処理装置の出力に基づいて補正微調整することができる。

【0069】請求項7の発明によれば、パルスモードでのパルスを用いて狭グロー放電処理を施す狭グロー放電処理装置において、パルスモード波形にパルスピーク値より低い連続して流れるパルスベース電流値を設け、パルスピーク電流値、パルス幅値、パルス周波数値が設定された後、グロー放電処理中の処理対象物の処理温度が設定された温度となるように、処理温度を検出する温度検出器からの出力に基づいてフィードバック制御によりベース電流値を変更するようにしたので、パルスモード波形を何ら変えるようなことなく、容易に温度制御できる。

【0070】請求項8の発明によれば、請求項7と同様の効果を奏するが、前記処理対象物の処理温度を、グロー放電処理装置に設けた主回路のインバータ回路を駆動する点弧パルスのパルス幅を変え、設定値となるようにフィードバック制御するとともに、該点弧信号でのデッドタイム期間を除く制御量が無くなった場合、次にパルスモードでのベース電流値又はパルス幅値で設定値となるようにフィードバック制御するようにしたので、出力が小パワーであっても、ベース電流やパルス幅値よりパルスピーク値が優先し、パルスモード波形を維持できる。

【0071】請求項9の発明によれば、請求項5又は6と同様の効果を奏するが、パルスモード波形にパルスピーク値より低い連続して流れるパルスベース電流値を設け、パルスピーク電流値、パルス幅値、パルス周波数値が設定された後、グロー放電処理中の処理対象物の処理温度が設定された温度となるように、処理温度を検出する温度検出器からの出力に基づいてフィードバック制御によりベース電流値を変更するようにしたので、パルスモード波形を何ら変えるようなことなく、容易に温度制御できる。

【0072】請求項10の発明によれば、請求項5又は6と同様の効果を奏するが、前記処理対象物の処理温度を、グロー放電処理装置に設けた主回路のインバータ回路を駆動する点弧パルスのパルス幅を変え、設定値となるようにフィードバック制御するとともに、該点弧信号でのデッドタイム期間を除く制御量が無くなった場合、次にパルスモードでのベース電流値又はパルス幅値で設

定値となるようにフィードバック制御するので、出力が小パワーであっても、ベース電流やパルス幅値よりパルスピーク値が優先し、パルスモード波形を維持できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る狭グロー放電処理装置の概略構成図である。

【図2】インバータ回路駆動の為の点弧パルス波形を示す図である。

【図3】パルスモード波形を示す図である。

【図4】プログラム調節計とインターフェース回路とパルスモード波形設定回路と放電制御回路の概略構成図である。

【図5】グロー放電処理パターンを示す図である。

【図6】パルス周波数特性の線図である。

【図7】パルス周波数／パルス幅特性の線図である。

【図8】ガス圧ピーク電流値特性の線図である。

【図9】処理条件設定フローである。

【図10】ガス圧をパラメータとした放電電流－放電電圧の線図である。

【図11】ネオン中でガス圧をパラメータとした放電電流－放電電圧の線図である。

【図12】一般的な放電電流－放電電圧特性の線図である。

【図13】ベース電流による処理温度フィードバック制御のフローである。

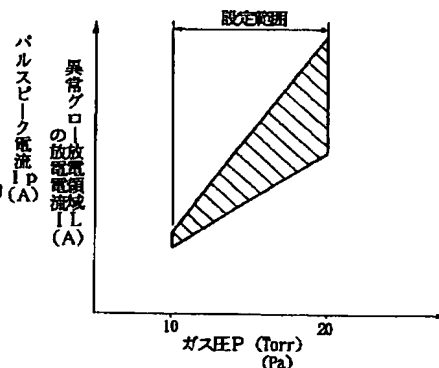
【図14】インバータパルス幅とベース電流による処理温度フィードバック制御のフローである。

【図15】インバータパルス幅とパルス幅による処理温度フィードバック制御のフローである。

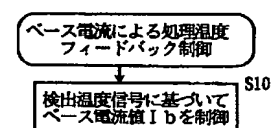
【符号の説明】

- 1 狭グロー放電処理装置
- 2 主回路
- 3 整流回路
- 5 インバータ回路
- 6 昇圧インバータトランス
- 7 整流器
- 8 処理容器
- 12 ピラニー真空計
- 17 温度検出器
- 18 電流検出用変流器
- 19 放電制御回路
- 20 プログラム調節計
- 21 インターフェース回路
- 22 パルスモード波形設定回路
- 23 マニュアル微調節回路
- 26 マニュアルパルス幅微調整回路
- 32 パルスピーク設定回路
- W 処理対象物

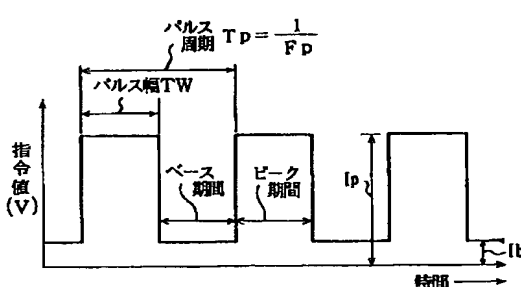
【圖8】



【图 13】

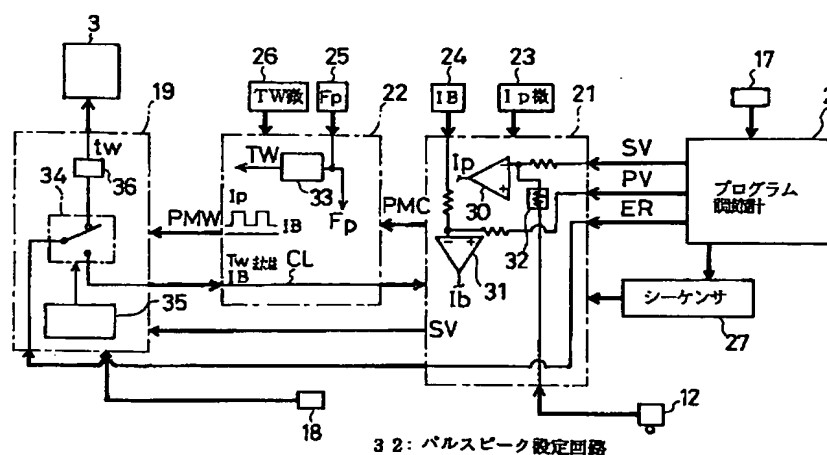


【图 3】

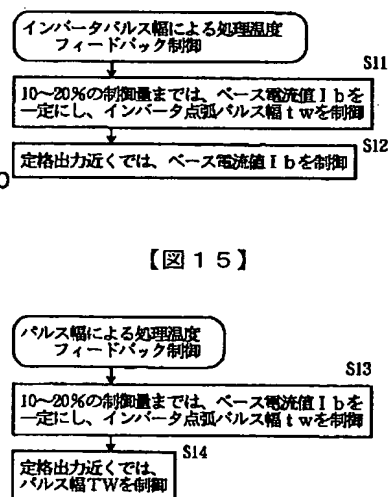


【图 14】

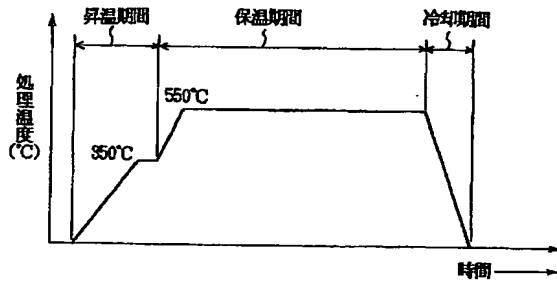
【圖 4】



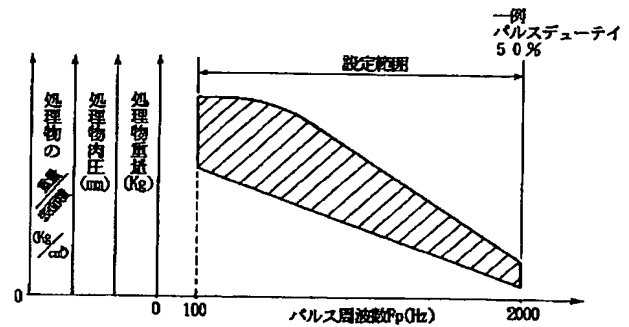
【图 15】



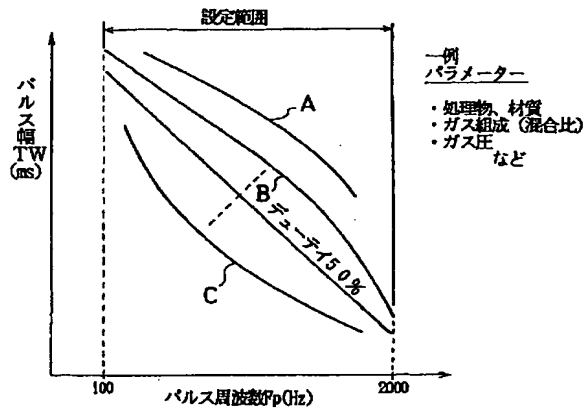
【図5】



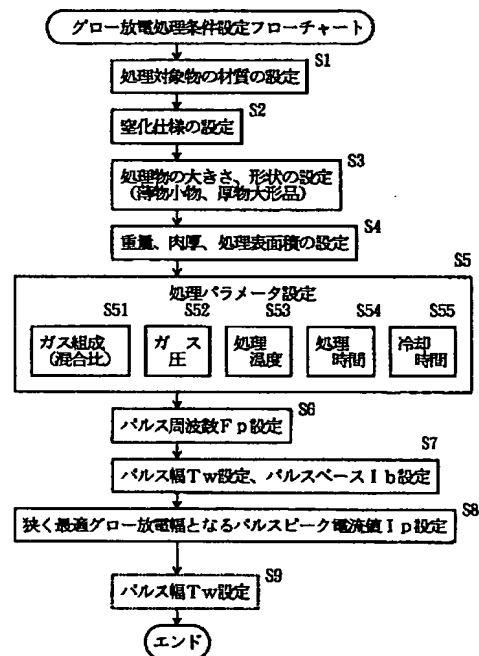
【図6】



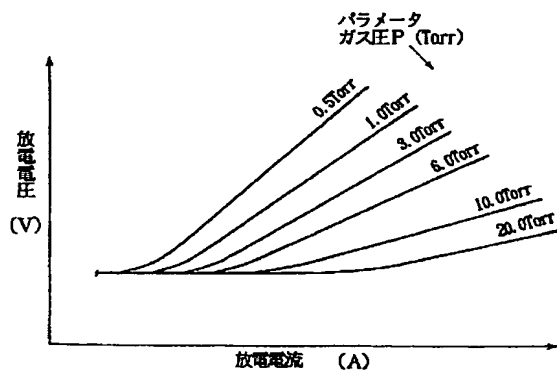
【図7】



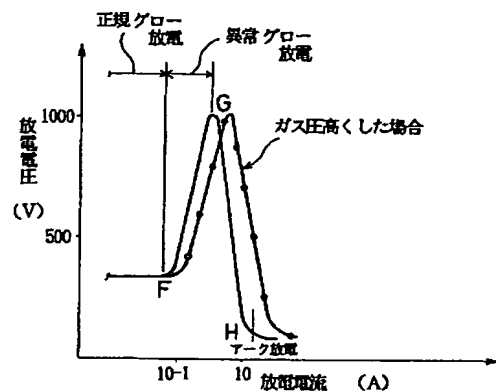
【図9】



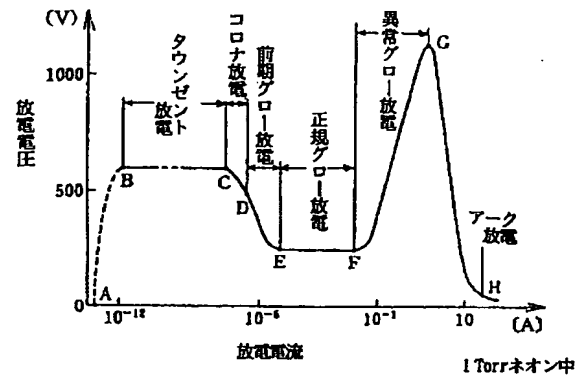
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4K028 BA02 BA12 BA21  
 4K030 AA17 AA18 BA24 CA02 DA03  
 FA03 JA06 JA09 JA13 JA18  
 KA05 KA30 KA41